

Kristi Teder

**EESTI KÄOKEELTE SEEMNEKVALITEEDI ANALÜÜS
ERINEVATES KASVUKOHTADES**

**SEED QUALITY ASSESSMENT OF PLATANThERA IN DIFFERENT
HABITATS IN ESTONIA**

Bakalaureusetöö
Keskkonnakaitse õppekava

Juhendaja: nooremteadur Marilin Mõtlep

Tartu 2017

**Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks
ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Mina, **KRISTI TEDER**,

(sünnipäev pp/kuu/aa **16.03.1992**)

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö

**EESTI KÄOKEELTE SEEMNEKVALITEEDI ANALÜÜS ERINEVATES
KASVUKOHTADES,**

mille juhendaja on **Marilin Mõtlep**,

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega
isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor

allkiri

Tartu, **23.05.2017**

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)

Eesti Maaülikool		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51014			
Autor: Kristi Teder		Õppekava: Keskkonnakaitse	
Pealkiri: Eesti käokeeelte seemnekvaliteedi analüüs erinevates kasvukohtades			
Lehekülgi: 36	Jooniseid: 7	Tabeleid: 5	Lisasid: 1
<p>Osakond: Botaanika osakond Uurimisvaldkond: Eesti orhideed Juhendaja(d): nooremteadur</p> <p>Marilin Mõtlet</p> <p>Kaitsmiskoht ja aasta: Tartu, 2017</p>			
<p>Käpalised on suure bioindikatsioonilise väärtusega, mistõttu looduskaitseliste aspektide kõrval tehakse üha enam uurimustöid ka käpaliste ökoloogia ja füsioloogia vallas. Juba Ch. Darwin uuris orhideede tolmliskohastumusi.</p> <p>Töö eesmärgiks oli erinevate käokeeelte segapopulatsioonide näitel selgitada, kas ja kuidas erineb seemnete kvaliteet liigisiselt ja hübriidviljadel.</p> <p>2015. ja 2016. a. suvel viidi läbi käsitolmeldamine neljas käokeeelte segapopulatsioonis (Peningi, Koguva, Pärsama, Ratla). Töö aluseks on 90 käsitolmeldamisega ja 76 loodusliku tolmeldamisega saadud kupart 2015. aastal, kokku 589 söötmel. Teise aasta puhul 89 käsitolmeldamisega saadud ja 84 looduslikku kupart 2016. aastal, kokku 669 söötmel.</p> <p>Looduslikest viljadest pärinevate seemnete keskmises idanemisedukuses ei tulnud välja olulisi erinevusi ei liikide ega populatsioonide vahel. Liigisisese ristamisega leiti, et liigid on idanemisedukuses sarnased. Hübriidseemnete idanemisedukuse puhul emataimede võrdluses puudusid samuti erinevused, seega idanevad hübriidseemned sarnase edukusega.</p> <p>Tulemustest selgus, et kummagi käokeelee liigi puhul ei olnud taimede nähtavusel tolmeldajatele ehk siis kasvukoha kinnikasvamisel ja seeläbi ümbritseva taimestiku domineerimisel seemnete kvaliteedile olulist mõju.</p> <p>Töö tulemusel selgus, et käokeeelte puhul on hübriidseeme sama edukas vanem liikide seemnega. Sellest tulenevalt on vajalikud uuringud F1 hübriidide tasemel. Perekonna <i>Epidendrum</i> hübriidide uurides on selgunud, et nende seemned on steriilsed (Pinheiro et al., 2015). Samuti on leitud, et kahe liigi mükoriisa kooslused erinevad sellisel määral, et hübriidid vähese tõenäosusega idanevad ja elavad kuni seemnete andmiseni (Esposito, Jacquemyn, Waud, & Tyteca, 2016).</p>			
Märksõnad: Platanthera, hübriidid, tolmeldamistingimused, seemnekvaliteet, idanemisedukus			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Bachelor's Thesis	
Author: Kristi Teder		Specialty: Environmental Protection	
Title: Seed quality assessment of platanthera in different habitats in Estonia			
Pages: 36	Figures: 7	Tables: 5	Appendixes: 1
Department: Department of Botany Field of research: Estonian orchids Supervisors: junior researcher, Marilin Mõtlep Place and date: 2016, Tartu			
<p>Orchids are great biodiversity value which is why nature conservation aspects in research will be more and more work in the field of physiology and ecology of orchids. Already Ch. Darwin studied orchid pollination of adaptations.</p> <p>The aim of the various populations of <i>Platanthera</i> example to explain whether and how it differs from the quality of the seeds within species and hybrid plants. In 2015 and 2016. summer, hand pollination was carried out in four <i>Platanthera</i> mixed population (Peningi, Koguva, Pärsama, Ratla). The work is based on the 90 hand pollinate and 76 pollinate wild pyxidium received in 2015, together 589 seeds sowing. Second year work is based on the 89 hand pollinate and 84 pollinate wild pyxidium received in 2016, together 669 seeds sowing.</p> <p>Natural products derived from the seeds germination medium success did not come out no significant differences between species or populations. Intra-species hybridization was found that the germination success of the species are similar. Hybrid seeds germinate in the success of pollen in comparison there were also differences, therefore, the seeds germinate hybrid with similar success.</p> <p>The results showed that each of the <i>Platanthera</i> species, there was no visibility plant pollinators, in the locus of the occlusion, and thereby the surrounding vegetation with predominance of seed material impact.</p> <p>The work showed that <i>Platanthera</i> is equally successful hybrid seed than parent seed of the species. Consequently the studies are needed on the level of F1 hybrids. Family <i>Epidendrum</i> researching hybrids have shown that these seeds are sterile (Pinheiro et al., 2015). It has been found that two species of mycorrhiza communities differ to such an extent that hybrids germinate and be less likely to live up to the granting of the seeds (Esposito Jacquemyn, Waud, & Tyteca, 2016).</p>			
Keywords: Platanthera, hybrids, pollination conditions, seeds quality, germination success			

SISUKORD

1. SISSEJUHATUS.....	6
2. TEOREETILINE ÜLEVAADE.....	8
2.1. Uurimisaluste liikide kirjeldus	8
2.2. Kahelehine käokeel	9
2.3. Rohekas käokeel.....	11
2.4. Hübriidid	13
2.5. Orhideede elutsükel.....	14
3. MATERJAL JA METOODIKA	16
4. TULEMUSED.....	20
4.1. Looduslikest viljadest pärinevate seemnete idanemisedukus.....	20
4.2. Liigisisese ristamisega saadud seemnete idanemisedukus	20
4.3. Liikide vahelise ristamisega saadud seemnete idanemisedukus	21
4.4. Looduslike, liigisisese ja liikide vahelise ristamisega saadud seemnete idanemisedukuste võrdlus.....	22
4.5. Taimede nähtavuse mõju seemnete idanemisedukusele.....	23
5. ARUTELU	24
6. KOKKUVÕTE.....	26
SUMMARY	27
KASUTATUD ALLIKAD.....	28
LISAD	30
Lisa 1. Liigisisese ja liikidevahelise ristamise populatsioonide kaupa	31

1. SISSEJUHATUS

Orhideed moodustavad 7 – 10% maakera õistaimedest, olles sellega üks suuremaid sugukondi. Käpaliste sugukonnas arvatakse erinevatel andmetel liike olema 20 000 ja 25 000 vahel, Euroopas kasvab käpalisi üle 100 liigi (Kull & Tuulik, 2002) ja Eestis 36 neist (Eesti Orhideekaitse klubi, 2017). Meil kasvab käpalisi rohkem Lääne–Eestis, kus võrreldes Ida–Eestiga on lubjarikkam muld ning merelisem kliima (Schmeidt, 1996).

Juba Ch. Darwin uuris orhideede tolmliskohastumusi, sajandeid on kogutud andmeid nende leviku, ehituse ja tolmlise iseärasuste kohta, põhjuseks sugukonna dekoratiivsus ja kindlasti ka emotsionaalne köitvus. Käpalistel on ka suur bioindikatsiooniline väärtus, mistõttu looduskaitseliste aspektide kõrval tehakse üha enam uurimustöid ka käpaliste ökoloogia ja füsioloogia vallas (Kull & Tuulik, 2002) Need kaks lähedast liiki võimaldavad uurida evolutsioonilisi mudeleid ja erinevaid kohastumisi (Bateman, James & Rudall, 2012)

Perekonna *Platanthera* liike kasutatakse üha enam evolutsiooniteooria seletamisel (Bateman et al., 2012). Eestis leidub käokeeli kaks liiki: kahelehine käokeel (*Platanthera bifolia*) ja rohekas käokeel (*Platanthera chlorantha*) (Krall et al., 2010). Tegemist on valdavalt seemnelise paljunemisega liikidega, käesolev töö tegeleb seemnelise paljunemise edukuse uurimisega. Viimast mõjutavad tolmeldajad ja nende arvukus, sest viljumine on nendega seotud, kuna see on äärmiselt tähtis osa paljunemisbioloogiast aitab see teha järeldusi populatsioonide taastootmise kohta.

Kahelehine ja rohekas käokeel on teadaolevalt võimelised omavahel ristuma ja hübriide moodustama (Schmeidt, 1996), looduses leidub neid siiski vähe. Uuringutele toetudes võib öelda, et kaks liiki lahknesid alles hiljuti, arvatakse, et *P. chlorantha* tekkis *P. bifolia* sarnasest eellasest (Bateman et al., 2012). Hübriide vähesus on tingitud ka erinevatest pre- ja postsügootsetest barjääridest. Esimene on seotud erinevustega tolmeldamissüsteemis ja tolmeldajate koosseis, lisaks liikide vähene kokkupuude. Teine on seotud seemnete moodustamise ja hübriidi täiskasvanuks saamisega (Vallius et al., 2008).

Käesoleva töö eesmärgiks oli erinevate käokeelte segapopulatsioonide näitel selgitada, kas ja kuidas erineb seemnete kvaliteet liigisiselt ja hübriidviljadel. Töö eesmärgist tuleneb

kolm hüpoteesi ja kaks uurimisküsimust.

Hüpoteesid:

- *Platanthera bifolia* (L.) Rich. ja *P. chlorantha* (Custer) Rchb. seemnete kvaliteet käsitolmeldamisega saadud viljadel on sarnane, looduslikel viljadel on erisusi.
- Hübriidviljade seemnete kvaliteet on madalam vanemliikide omast.
- Hea nähtavusega kasvukohtades (taimed on tolmeldajatele hästi näha) on seemnete kvaliteet kõrgem kui halva nähtavusega kasvukohtades (taimed on konkureerivate taimede poolt varjatud).

Uurimisküsimused:

- Kas tolmeldamistingimuste võrdustamisel (käsitsi tolmeldades) on *P. bifolia*, *P. chlorantha* ja hübriidviljade seemnete hulgas ja kvaliteedis erisusi?
- Kas ja kuidas erineb seemnete kvaliteet erinevates kasvukohtades?

Autor avaldab tänu oma juhendajale, nooremteadur Marilin Mõtlepale ja professor Tiit Kullile antud teema juurde jõudmise eest!

2. TEOREETILINE ÜLEVAADE

2.1. Uurimisaluste liikide kirjeldus

Töös käsitletavat liigid kahelehtine käokeel (*Platanthera bifolia*) ja rohekas käokeel (*P. chlorantha*) on mõlemad III kaitsekategooria liigid (III kaitsekategooria liikide kaitse alla võtmine, 2017). See tähendab, et leiukohti on rohkem kui 20, liik on ohustatud ning kontrollimatul kasutamisel võib loodusest hävida (Kull & Tuulik, 2002). Perekonna *Platanthera* liigid kasvavad enamasti üksiktaimedena, moodustades harva hõredaid kogumeid (joonis 1) (Pikner, 2013).



Joonis 1. Käokeele taimed oma kasvukohas (foto allikas: erakogu)

Kahelehisel ja rohekal käokeelel on tähelepanuväärselt sarnane levik. Levikult ulatuvad mõlemad põhja – lõunasuunaliselt Vahemerest kuni põhjapolaarjooneni ja ida – lääne suunaliselt Vaiksest ookeanist kuni kesk Aasiani, seal on aga nende jaotus halvasti teada ja kaheldav tulenevalt keerulisest taksonoomilisest kuuluvusest (Bateman et al., 2012).

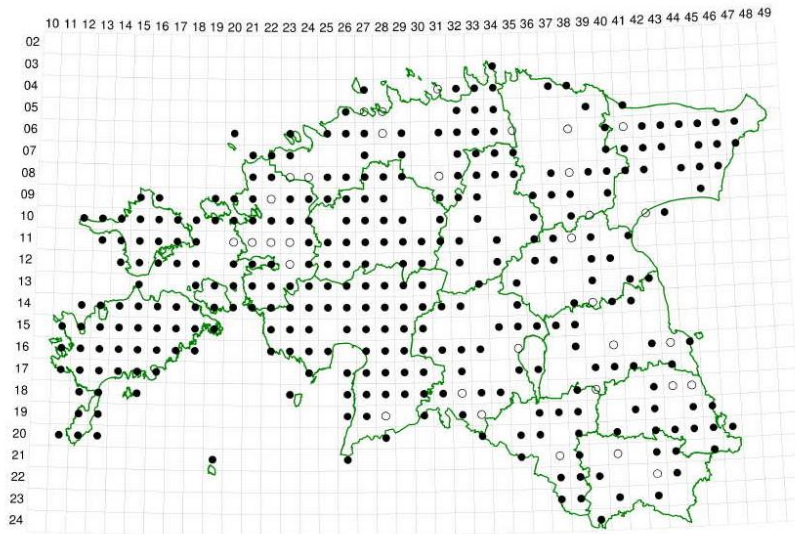
Rahvapäraselt kutsutakse käokeeli ka ööviulideks, nad arvatakse olevat meie tuntumad orhideed (Schmeidt, 1996). Tegemist on mitmeaastaste rohttaimedega. Üks sisemistest õiekattelehtedest on moodustunud erilise talitlusega huuleks, mis eristub oma kuju ja

värvusega. Viimane on sageli varustatud kannusega, milles asub nektar (Kull & Tuulik, 2002). Käpalised on putuktolmlejad. Emakakael ja tolmukaniit on kokku kasvanud ja seda nimetatakse sambaks. Pakikesteks kleepunud õietolmu nimetatakse polliiniumideks, need on varustatud varrekese ja kleepkettaga. Varuained kogunevad juuremugulatesse, mida on tavaliselt kaks, vanem ja tumedam on eelmise aasta oma, uus ja heledam on selle aasta oma mis kogub varuained uueks aastaks. Juured on karvakesteta ja kaetud mükoriisaseene niidistikuga (Kull & Tuulik, 2002). Juured ahenevad tipu suunas nõõrjateks, nende pikkus sõltub kasvukohast, märjas on need lühikesed ja tihti horisontaalselt, kuivas kohas pikemad ja vertikaalsed (Schmeidt, 1996). Võrreldes keskmisi väärtusi kahel liigil, mis on taimede bioloogiliselt olulised ja kasvu puudutavad, ilmnevad märkimisväärsed erinevused vaid õite arvus õisikus, kahelehisel käokeel on keskmiselt õisikus rohkem õisi kui rohekal käokeel (Bateman et al., 2012).

2.2. Kahelehine käokeel

Meie kahest käokeele liigist enam levinud on kahelehine käokeel (Pikner, 2013). Kahelehine käokeel kasvab väga erinevates kasvukohtades, alates niidust ja metsast lõpetades kraavipervega, lisaks kohtab teda loopealsetel ja kadastikes, sihtidel ja isegi sooservades (Kull & Tuulik, 2002). Lääne–Eesti üsna käpaliste rikastest soodest võib sageli leida õitsevast ka kahelehist käokeelt (Schmeidt, 1996).

Liik on hajusalt levinud üle kogu Eesti (joonis 2).



Joonis 2. Kahelehise käokeele levikukaart Eestis. Tähised: • – liiki on leitud sellest ruudust aastatel 1971–2005, ○ - liiki on leitud aastatel 1921–1970 (allikas: Kukk & Kull, 2005)

Kahelehine käokeel on valgete õitega kasvult väiksem ning graatsilisem kui tema sugulane rohekas käokeel. Kahelehist käokeelt iseloomustab ka õhtutundidel intensiivsemaks muutuv lõhn (Pikner, 2013), lõhna moodustab peamiselt metüülbensoaat (L. A. Nilsson, 1983). Kõrgust on taimel 20-60 cm (Krall et al., 2010). Vars on taimel seest õõnes, lehti on tavaliselt kaks, need on kitsaselliptilised või äraspidimunajad, pikkus 10-15 cm ja pealt läikivad (tabel 1). Kõrgemal varre küljes võivad olla mõned väikesed teravatipulised piklik-kolmnurksed lehed (Schmeidt, 1996). Õisik on hõre kuni 30 valge õiega (Krall et al., 2010). Kannus on niitjas pikka peenikese tipuga (Kukk, 2015). Huul on suhteliselt pikk ja kitsas, kumer ja suunatud allapoole, värvuselt valge või veidi kollakasroheline.

Õietolmupakikesed ehk polliiniumid paiknevad õies lähestikku ja paralleelselt (joonis 3) (Pikner, 2013).

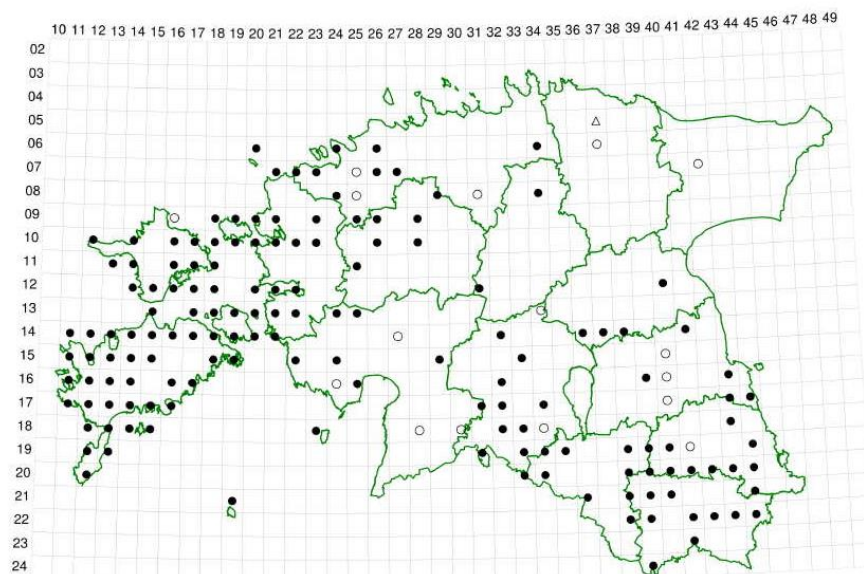


Joonis 3. Mõlema uurimisaluse liigi õied näitamaks polliiniumide asetust. Üleval kahelehine ja all rohekas käokeel (fotode allikas: erakogu, Mullbirds, 2017)

2.3. Rohekas käokeel

Rohekas käokeel kasvab loopealsetel, lookadastikes ja loometsades, esineb ka teistes kooslustes, kus muld on piisavalt lubjarikas (Kull & Tuulik, 2002).

Erinevalt kahelehisest käokeelest, kes levib üle Eesti, on rohekas käokeel vähem levinud, rohkem saartel ja Lääne-Eestis, samuti Kagu-Eestis, mujal vähem (joonis 4).



Joonis 4. Roheka käokeele levik Eestis. Tähised: • – liiki on leitud sellest ruudust aastatel 1971–2005, ○ - liiki on leitud aastatel 1921–1970 (allikas: Kukk & Kull, 2005)

Võrreldes kahelehisega käokeelega on roheka käokeele õisik tihedam ja tugevam, mis tuleneb laiemadest õiekattelehtedest. Liigi erinev ja nõrgem lõhn võrreldes sugulase omaga tuleneb erinevatest lõhnaainetest (Schmeidt, 1996), lõhna moodustavad erinevad alkoholid (L. A. Nilsson, 1983). Kõrgust on taimel 30-80 cm (Krall et al., 2010). Vars ja lehed on mõlemal liigil sarnased (tabel 1). Tulenevalt nimest on *P. chlorantha* õis enamasti rohekama varjundiga, eriti huul. Kannus on tipust jämenenud (Kukk, 2015). Iseloomulik on suhteliselt pikk ja kitsas huul, mis on allapoole suunatud ja kumer, värvuselt rohekasvalge ja tipu osas kollakasrohekas. Õietolmupakikesed ehk polliiniumid, mis on ka kahe käokeele liigi peamiseks eristamise tunnuseks, paiknevad teineteisest eemal ja on alt laiali hoidvad (joonis 3) (Pikner, 2013). Kahelehisel käokeelel asetsevad polliiniumid lähestikku, paralleelselt nagu jutumärgid, roheka käokeele puhul on need aga teineteisest eemal ja laiali hoidvad.

Tavaliselt on ka *P. bifolia* õis ja kannus valgemad kui *P. chlorantha* puhul, eriti huul on enam kollakasroheline (Pikner, 2013).

Tabel 1. Kahelehise ja roheka käokeele peamised tunnused

Kahelehine käokeel	Tunnus	Rohekas käokeel
Püstine, seest õõnes ja kandiline	Vars	Püstine, seest õõnes ja kandiline
Kaks vastakut lehte	Lehed	Kaks vastakut lehte
Kitsam ja tihedam	Õisik	Laiem ja hõredam
Valge, intensiivselt lõhnav	Õis	Rohekasvalge, lõhn nõrk
Pikem ja valgem	Huul	Lühem ja rohekam
Peenem ja valgem	Kannus	Jämedam, tipp paksendiga, rohekam
Lähestikku ja paralleelselt	Polliniumid	Teineteisest eemal ja alt laiali hoidvad

2.4. Hübriidid

Kahelehine ja rohekas käokeel on teadaolevalt võimelised omavahel ristuma ja hübriide moodustama (Schmeidt, 1996). Käokeelte taksonoomiline eristumine tuleneb fenotüübilisest mitmekesisusest ja keskkonnast tulenevatest tingimustest. Uuringutele toetudes võib öelda, et kaks liiki lahkesid alles hiljuti, arvatakse, et *P. chlorantha* tekkis *P. bifolia* sarnasest eellasest (Bateman et al., 2012). Hübriidide tunnused on vanemate omadega võrreldes vahepealsed (L. A. Nilsson, 1985). Hübriidide vähesus looduses on tingitud erinevatest teguritest, esimesena võib mainida presügootset barjääri, mille puhul liikidel on kas vähene kokkupuude, erinev tolmeldamissüsteem (polliniumid on erineva asetusega, erinev lõhn), lisaks on erinev tolmeldajate koosseis. Postsügootne barjäär tuleb välja näiteks seemnete moodustumise faasis või hübriidi täiskasvanuks saades (Vallius et al., 2008). Kui seemnekvaliteet on madal, on väiksem tõenäosus uue taime tekkeks ja kui tema geneetiline baas on nõrk, tähendab see seda, et taim on nõrga elujõulisusega ja võib konkurents ja loodusliku valiku tingimustes alla jääda ja hukkuda (Jersáková et al., 2010). Hübriidid ei pruugi omavahel järglasi anda, sest esimese põlve hübriidide (F_1) õied saavad tolmeldatud tõenäoliselt ühe vanemliigi õietolmuga, mis tähendab, et F_2 põlvkonna tekkimine on äärmiselt ebatõenäoline tagasiristumise tõttu (Bateman & Sexton, 2014). Lisaks paiknevad hübriidide polliniumid nii, et need ei jää tolmeldavate putukatele imilondi või pea külge (Bateman et al., 2012). Barjääridest on tugevam presügootne, sest see takistab

kahe liigi omavahelist ristumist (Sun et al., 2015).

2.5. Orhideede elutsükkel

Üheks paljunemise viisiks on seemneline paljunemine, seemned valmivad viljas, mida kápaliste puhul nimetatakse kupraks. Seemned ise on väikesed ja rohkearvulised. Harva tuleb ette vegetatiivset paljunemist tütarmugulatega (Kull & Tuulik, 2002).

Selleks, et orhidee areng alguse saaks vajab ta seene abi – sümbiontseent. See kooslus on vajalik, kuna seenel on võime lagundada orgaanilist ainet ja muuta see taimetele omastatavaks, saadava energia suunab taim juba kasvuks. Seemnest esimese õitsemiseni kulub mitmeid aastaid. Käokeelee maa-alust osa nimetatakse mugulaks, mis on lõhestumata (Schmeidt, 1996). On leitud, et kahe liigi mükoriisa kooslused erinevad sellisel määral, et hübriidid vähese tõenäosusega idanevad ja elavad kuni seemnete andmiseni (Esposito, Jacquemyn, Waud, & Tyteca, 2016). Perekonna *Epidendrum* hübriidide uurides on selgunud, et nende seemned on steriilsed (Pinheiro et al., 2015).

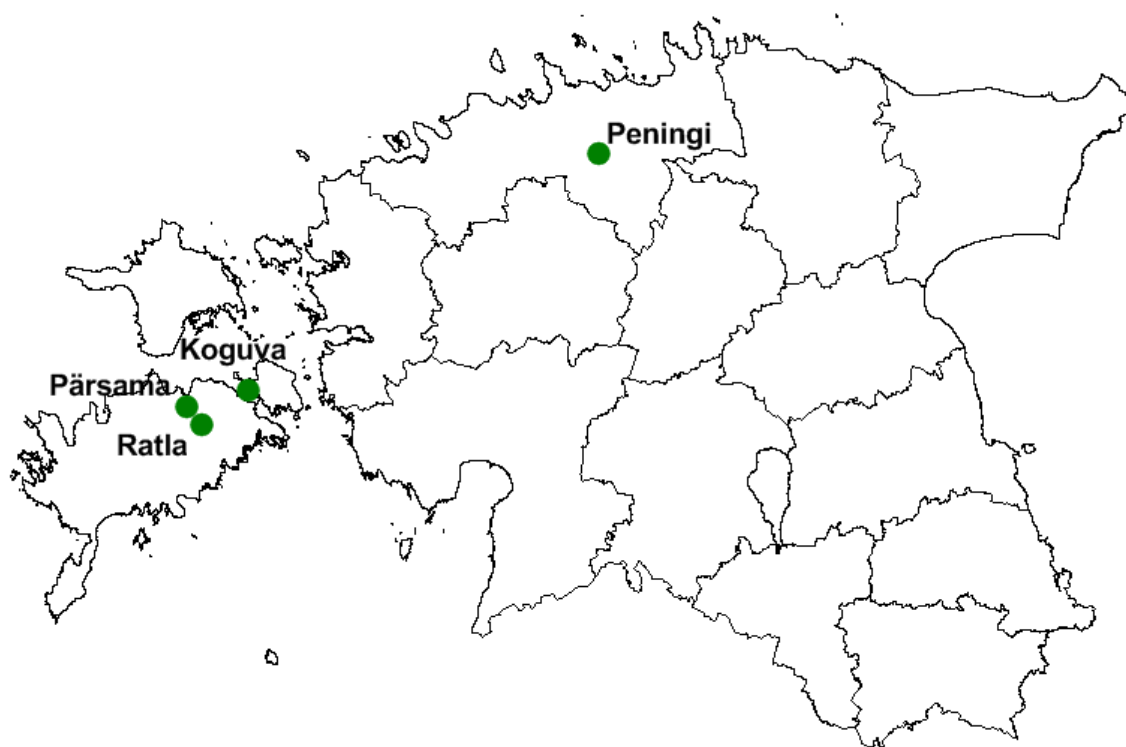
Sugukond on väga õrn keskkonnatingimuste muutumise suhtes (valgus ja niiskustingimused), millest omakorda võib saada mõjutatud taime ja seensümbiondi suhe, mis võib viia taime hukkumiseni. Viimaseni võivad viia ka parasiidid, kahjurid ja kasvukoha hävimine (Kull & Tuulik, 2002).

Käokeeli tolmeldavad öise eluviisiga hämarikuliblikad. Kahelehisel käokeelet on tolmeldajateks surulased ja rohekal käokeelet enamasti öölased (Nilsson, 1983). Tolmeldajad tolmeldavad rohkem õisi nende orhideeliikide õisikus, kes pakuvad tolmeldajatele nektarit. Selleks, et kogu õisik saaks tolmeldatud, on igas õies nektar, see tähendab, et tolmeldatakse ka samal taimel olevad teised õied, see suurendab ühtlasi ka lähiristumisvõimalust (Mary & Wilcock, 1998). Õietolmuga pollinaarium jääb putuka külge, kuna tolmeldava putuka imilont on lühem võrreldes kannuse pikkusega, see võimaldab aga tolmeldada putuka poolt külastatavaid järgmisi õisi. Pollinaariumide asetusest tuleneb ka nende asetumine putuka külge: kuna kahelehisel käokeelet asetsevad need lähestikku, kinnituvad need londile, ja roheka käokeelee puhul silmadele, sest pollinaariumid on üksteisest eemal (Nilsson, 1983). Tolmeldatud õied närbuvad mõne päevaga ja neist moodustuvad viljad. Õisiku ülemiste õite eluiga ja on lühem kui allpool asetsevate õite eluiga (Stpiczy ska, 2003), sellest tuleneb ka põhjus, miks alumised viljad

on seemnete rohkemad. Elujõulised on sellised seemned, millel on seemnekesta sees embrüo, mullas kokkupuutes sobiva seenega, mille abil ammutatakse toitained, hakkab kujunema taim (Mehrortra, 2005). Seemned oma kujult on torujad, levivad nad nii vee kui õhuga, samuti loomade ja lindudega; mõõtnetelt väikesed, suurusega 0,05 kuni 6,0 millimeetrit (Arditti & Abdul Karim, 2000). Ilma tolmeldamiseta ei toimu ka viljumist ja seemneproduksioon jääb andmata.

3. MATERJAL JA METOODIKA

2015. ja 2016. a. suvel viidi läbi käsitolmeldamine neljas käokeelte segapopulatsioonis (joonis 5), nendeks on Peningi (tihe okaspuumets), Koguva (majandatav puisniit), Pärsama (hõre lehtpuumets) ja Ratla (kinnikasvav metsasiht). Andmetöötluse aluseks on 90 käsitolmeldamisega ja 76 loodusliku tolmeldamisega saadud kupart 2015. aastal, kokku 589 söötmel. Teise aasta puhul 89 käsitolmeldamisega saadud ja 84 looduslikku kupart 2016. aastal, kokku 669 söötmel. Liigisiseseid ja liikidevahelised ristamised populatsioonide kaupa on toodud lisades (lisa1).



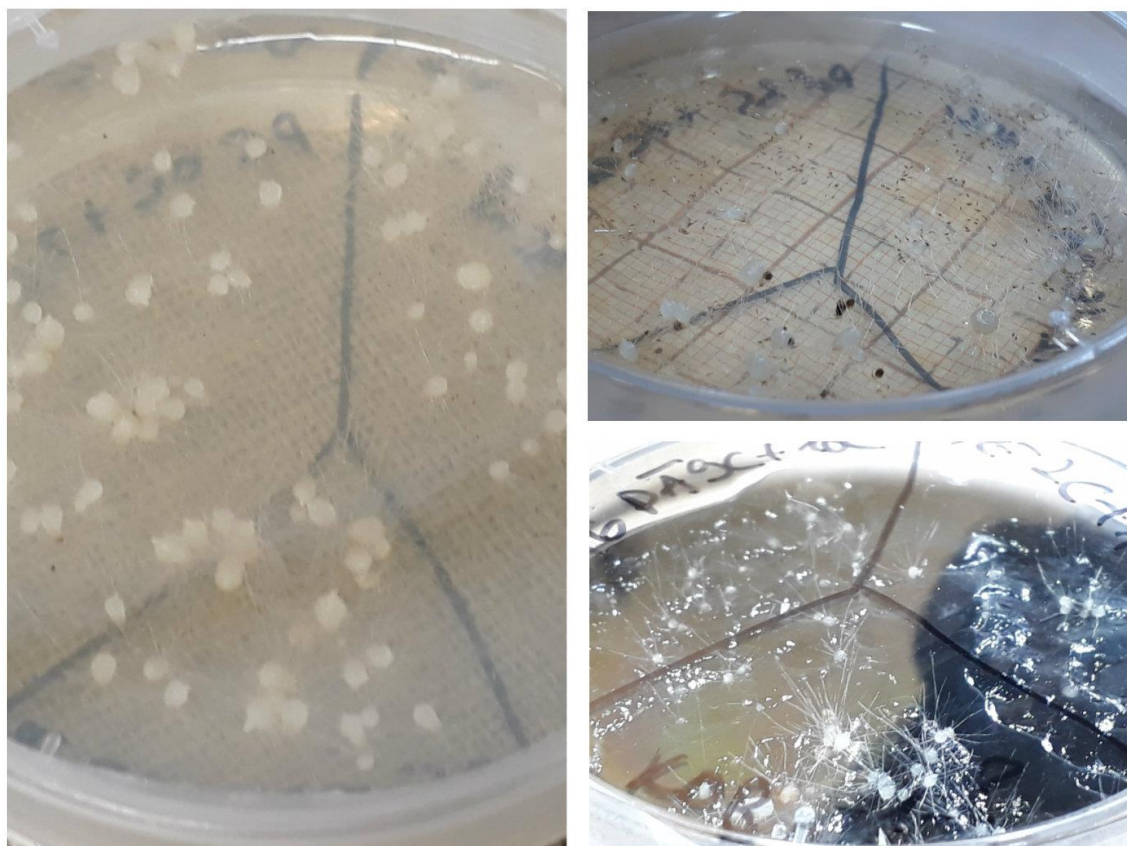
Joonis 5. Uurimisalused populatsioonid Eesti kaardil

Eesmärgiks seati igas populatsioonis tolmeldada mõlemast liigist 5 taimet, kuid mõnes populatsioonis tolmeldati taimede vähesuse tõttu vähem. Enne õitsemisperioodi kaeti taimed läbipaistvate kottidega, et vältida looduslikku tolmeldamist. Kui õied olid täielikult avanenud, tolmeldati igal taimel 2 õit sama liigi polliiniumidega ja 2 õit sõsarliigiga. Peale

tolmeldamist kaeti taimed uuesti kottidega, et tolmeldajad ligi ei pääseks. Augusti teises pooles korjati käsitolmeldamisega saadud viljad ja ka looduslikud viljad käsitolmeldamata taimedelt õisiku alumisest, keskmisest ja ülemisest osast samades populatsioonides.

Sügisel 2015 ja 2016 külvati seemned steriilsetes tingimustes 55 mm petri tassides olevatele tardsöötmetele, vähemalt kahes korduses. Kasutuses oli kolm erinevat söödet 2015. aastal: M551 - Malmgren Modified Terrestrial Orchid Medium Without Sucrose, P727 - Orchid Seed Sowing Medium Contains Agar, F522 - Fast Terrestrial Orchid Medium,. 2016. aastal kasutati kahte söödet (M551 ja F522), kuna nendel idanesid seemned edukamalt. Ettevalmistavas faasis töödeldi seemned 5 %-lise hüpokloori lahusega, millesse oli lisatud ka tilk Tween seepi. Sellele järgnes töö laminari all. Esmalt tuli tuubist eemaldada kloorine vesi ja loputada seemned vähemalt kolm korda destilleeritud veega. Kui ettevalmistatud seemned külvatud, suleti petri tassid õhukindlalt parafilmiga, seejärel kaeti nad fooliumiga ja jäeti järgnevas paariks kuuks pimedasse toatemperatuuril seisma.

Selle aja jooksul hakkasid seemned idanema, mis võimaldas edasi minna järgmise faasiga, kus toimus idanema läinud (joonis 6), surnud ja idanemata seemnete lugemine, lugemise töö toimus valgusmikroskoobi all, saadud tulemused kandi protokollilehtedele nende hilisema analüüsimise tarvis.



Joonis 6. Idanenud seemned, idanemata seemned ja surnud seemned. Idanema on läinud seemned, mis on valged ja paisunud, idanemata on need seemned, mis on väiksed pruunid täpid, ja surnud on need, mis on musta värvi ja paisunud (fotode allikas: erakogu)

Idanemisandmed sisestati MS Excelisse ja andmeanalüüs teostati programmiga R package ver. 3.3.2 (2016-10-31). Kuna idanemisedukused on proportsionaalsed andmed ja ei vastanud normaaljaotusele, siis Warton & Hui (2011) kohaselt kasutati logit transformatsiooni: $\log(y/[1-y])$. 0 väärtuste puhul soovitavad samad autorid liita kõigile väärtustele vähima nullist erineva väärtuse vaadeldavas andmestikus. Antud transformatsiooniga ei saavutatud normaaljaotust, seega kasutati mitteparameetrilist Mann-Whitney testi (kahe grupi võrdlemiseks), Kruskal-Wallis testi (kolme grupi võrdlemiseks) ja post-hoc testina Dunn testi ja originaalandmete abil testiti looduslike ning liigisiseste ja liikidevaheliste ristamise järgselt saadud seemnete idanemisedukuse varieerumist populatsioonisiseselt ja populatsioonide vahel. Kruskal-Wallis testiga selgitasime välja, et

2015. aasta seemnete puhul ei olnud söötmetel idanemisedukusele olulist mõju, 2016. aasta seemned idanesid statistiliselt oluliselt paremini MAL551 söötmel ($P < 0.001$). Kuna selle söötmega oli keskmine idanemisedukus kõrgeim ka 2015. aastal, võeti nimetatud söötmega saadud idanevused analüüside aluseks. Mann-Whitney testi abil testiti looduslike ning liigisiseste ja liikidevaheliste ristamise järgselt saadud seemnete idanemisedukuse erinevusi aastate vahel, statistiliselt olulisi erinevusi ei esinenud ja seega edasistes analüüsides käsitleti kahe katseaasta andmeid koos.

4. TULEMUSED

4.1. Looduslikest viljadest pärinevate seemnete idanemisedukus

Looduslike viljade alumiste, keskmiste ja ülemiste kuparde seemnete idanemisel statistiliselt olulisi erinevusi populatsioonide vahel ei olnud. Samuti ei ilmnunud erinevused kahe liigi puhul populatsioonide siseselt (tabel 2).

Võrreldes kahte käokeelee liiki omavahel selgus, et *P. bifolia* ja *P. chlorantha* alumiste, keskmiste ja ülemiste looduslike kuparde seemned idanevad sarnase edukusega.

Tabel 2. Idanemisedukus õisiku alumisest, keskmisest ja ülemisest osast pärit looduslikel seemnetel (ülaindeksid tähistavad erinevust tulpade kaupa)

Populatsioon	Keskmine idanemisedukus (%) ± standardhälve					
	Alumised		Keskmised		Ülemised	
	<i>P. Bifolia</i>	<i>P. chlorantha</i>	<i>P. bifolia</i>	<i>P. chlorantha</i>	<i>P. Bifolia</i>	<i>P. chlorantha</i>
Koguva	3,1±3,8 ^a	17,2±13,2 ^a	6,3±10,7 ^a	2,2±3,2 ^a	12,9±18,4 ^a	0,3±0,4 ^a
Peningi	16,1±14,7 ^a	8,0±13,7 ^a	28,4±20,9 ^b	19,0±29,8 ^a	3,2±4,6 ^a	16,7±8,5 ^b
Pärsama	5,3±9,7 ^a	6,5±7,3 ^a	7,2±9,6 ^a	9,8±9,9 ^a	4,0±6,4 ^a	7,0±18,7 ^a
Ratla	5,9±9,7 ^a	7,3±8,7 ^a	3,1±4,4 ^a	18,9±24,0 ^a	2,9±3,7 ^a	3,2±4,2 ^{ab}

4.2. Liigisisese ristamisega saadud seemnete idanemisedukus

Dunn test näitas, et *P. bifolia* puhul erineb Koguva teistest populatsioonidest, idanemisedukus oli sealt pärit seemnetel palju väiksem (tabel 3). *P. chlorantha* puhul erines Koguvalt pärit liigisisese ristamisega saadud seemnete idanemisedukus Peningi ja Ratla omast, kuid oli sarnane Pärsama omaga, Ratla sarnanes lisaks Peningile Pärsamaga. Liikide võrdluses eristus Koguva populatsioonist pärit *P. bifolia* seemne idanemisedukus *P. chlorantha* omast, olles tunduvalt väiksem.

Teistes populatsioonides liikidevahelised statistiliselt olulised erinevused puudusid.

Tabel 3. Idanemisedukus liigisisese ristamisega saadud seemnetel (ülaindeksid tähistavad erinevust tulpade kaupa)

Populatsioon	Keskmine idanemisedukus (%) \pm standardhälve	
	<i>P. bifolia</i>	<i>P. chlorantha</i>
Koguva	0,5 \pm 0,8 ^b	13,4 \pm 17,6 ^b
Peningi	16,7 \pm 23,9 ^a	33,5 \pm 19,2 ^a
Pärsama	14,0 \pm 17,2 ^a	16,6 \pm 14,3 ^{bc}
Ratla	10,6 \pm 8,4 ^a	26,7 \pm 15,5 ^{ac}

4.3. Liikide vahelise ristamisega saadud seemnete idanemisedukus

Koguva puhul puudusid idanemisandmed nende seemnete kohta, millel *P. bifolia* emataim oli. *P. bifolia* puhul ei olnud idanemisedukuses erinevusi populatsioonide vahel. *P. chlorantha* puhul erinesid Koguva ja Peningi idanemisedukused üksteisest, kuid mõlemad olid sarnased Pärsama ja Ratla idanemisedukustega (tabel 4). Emataimede võrdluses üheski populatsioonis erinevusi seemnete idanemisedukuses ei olnud, kuigi Ratlas oli statistiline ebaolulisus piiri peal ($P=0.06$).

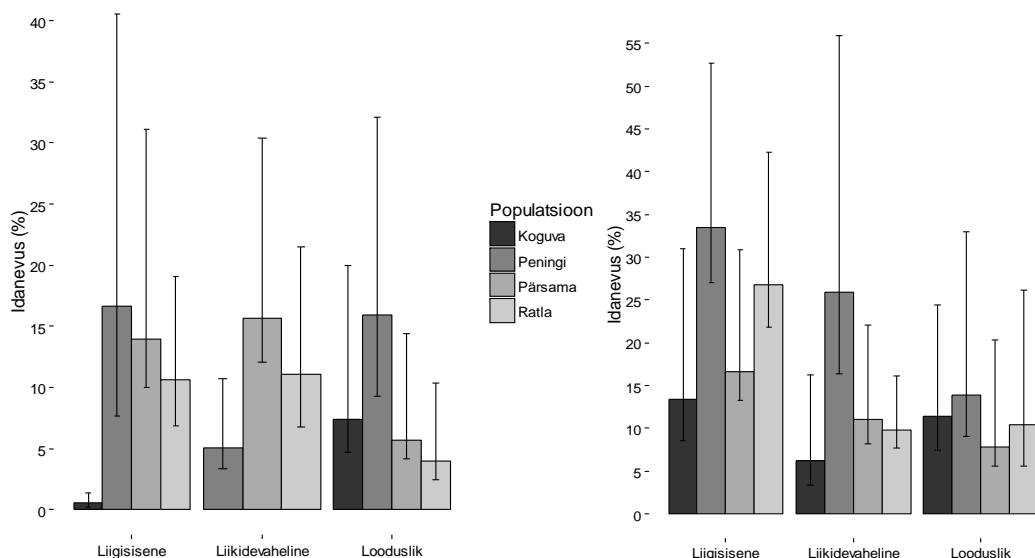
Tabel 4. Idanemisedukus liikide vahelise ristamisega saadud seemnetel (ülaindeksid tähistavad erinevust tulpade kaupa)

Populatsioon	Keskmine idanemisedukus (%) \pm standardhälve	
	<i>P. bifolia</i>	<i>P. chlorantha</i>
Koguva	-	6,2 \pm 10,0 ^b
Peningi	5,1 \pm 5,7 ^a	25,9 \pm 30,0 ^a
Pärsama	15,7 \pm 14,7 ^a	11,1 \pm 11,0 ^{ab}
Ratla	11,1 \pm 10,5 ^a	9,8 \pm 6,4 ^{ab}

4.4. Looduslike, liigisese ja liikide vahelise ristamisega saadud seemnete idanemisedukuste võrdlus

P. bifolia puhul Koguva populatsioonis oli looduslike seemnete idanemisedukus oluliselt suurem liigisese ristamisega saadud seemnete omast. Pärsama ja Ratla populatsioonis oli looduslike seemnete idanemisedukus käsitolmeldamisega saadud seemnete omast oluliselt väiksem. Peningi populatsioonis statistiliselt olulisi erinevusi ei olnud (joonis 7).

P. chlorantha puhul Peningi ja Pärsama populatsioonis oli looduslike seemnete idanemisedukus liigisese ristamisega saadud seemnete omast oluliselt madalam, kuid oli sarnane liikidevahelise ristamisega saadud seemnete idanemisedukusega, samuti puudusid erinevused liigisese ja liikidevahelise ristamisega saadud seemnete idanemisedukuste vahel. Ratla populatsioonis oli liigisese ristamisega saadud seemnete idanemisedukus oluliselt suurem looduslike ja liikidevahelise ristamisega saadud seemnete omast, looduslike ja liikidevaheliste seemnete idanemisedukused ei erinenud. Koguvast statistiliselt olulised erinevused puudusid.



Joonis 7. Erineva tolmeldamise (liigisene ja liikidevaheline käsitolmeldamine ning looduslik) mõju seemnete idanemisele. Keskmised ja standardhälbed on antud populatsiooni kohta. Vasakul *P. bifolia* ja paremal *P. chlorantha*

4.5. Taimede nähtavuse mõju seemnete idanemisedukusele

Võrreldes majandatavaid kooslusi (Koguva ja Ratla), ei olnud hea ja halva nähtavusega populatsioonide vahel erinevusi kummagi taimeliigi puhul (tabel 5). Ka metsakooslustes (Pärsama ja Peningi) ei olnud statistiliselt olulisi erinevusi kummagi taimeliigi nähtavuse puhul, kuigi *P. bifolia* puhul oli ebaolulisus piiri peal ($P=0.07$).

Tabel 5. Looduslike seemnete idanemisedukus ja taimede nähtavus

Populatsioon	Nähtavus	Keskmise idanemisedukus (%) \pm standardhälve	
		<i>P. bifolia</i>	<i>P. chlorantha</i>
Koguva	Hea	7,4 \pm 12,6	11,4 \pm 13,1
Peningi	Halb	15,9 \pm 16,2	14,0 \pm 19,1
Pärsama	Hea	5,7 \pm 8,7	8,0 \pm 12,7
Ratla	Halb	4,0 \pm 6,4	9,5 \pm 11,1

5. ARUTELU

Looduslikest viljadest pärinevate seemnete keskmises idanemisedukuses ei tulnud välja olulisi erinevusi ei liikide ega populatsioonide vahel. Seega ei olnud looduslike viljade seemnete kvaliteedis erisusi ja võib arvata, et liigid on idanemise mõttes võrdselt edukad.

Liigisisese ristamisega saadud seemnete idanemisedukus oli *P. bifolia* puhul oluliselt madalam Koguva populatsioonis. Kuna tegemist on üsna heas seisus taastatava puisniiduga, ei olnud seal seemnete madal kvaliteet oodatud tulemus. Võimalik, et varasema kinnikasvamise tingimustes vähenes populatsiooni arvukus oluliselt ja käsitolmeldamise katses osalenud taimed on tegelikult omavahel lähedalt suguluses, mis on viinud lähiristumissurutiseni, millest tuleneb seemnete madal kvaliteet. *P. chlorantha* puhul oli populatsioonide vahel nii sarnasusi kui erinevusi, taaskord oli madalam idanemisedukus. Koguva populatsioonis, kuid see sarnanes Pärsamaga. Koguvast oli *P. bifolia* idanemisedukus oluliselt väiksem *P. chlorantha* omast, kuid teistes populatsioonides erinevused kahe liigi võrdluses puudusid, seega on liigid idanemisedukuses sarnased.

Hübriidseemnete idanemisedukuses *P. bifolia* puhul ei olnud populatsioonide vahel erinevusi, *P. chlorantha* puhul oli Koguva populatsioonis idanemisedukus tunduvalt madalam Peningi omast, kuid teiste populatsioonidega erinevused puudusid. Emataimede võrdluses puudusid samuti erinevused, seega idanevad hübriidseemned sarnase edukusega nii juhul, kui *P. bifolia* on emataim ja *P. chlorantha* isataim nagu ka vastupidisel korral.

Hübriidseemne ja liigisisese seemne idanemisedukuste võrdluses selgus, et *P. bifolia* puhul oli hübriidseeme sama edukas vanemliikide seemnega. *P. chlorantha* puhul oli hübriidseeme vähem edukas vaid Ratla populatsioonis, kus liigisisese ristamisega saadud seemne idanemisedukus oli suurem. Samas ei erinenud looduslike seemnete idanemisedukus hübriidseemne omast, seega võib mõlema käoquee liigi puhul väita, et postsügootset barjääri seemnete idanemise tasemel ei ole ja üsna tõenäoline on, et kahe liigi ristumise vältimisel on võtmeroll presügootsetel barjääridel. Võimalik on ka F_1 hübriidide steriilsus, kuid see teema vajab edasist uurimist. Perekonna *Epidendrum* hübriidide uurides on selgunud, et nende seemned on steriilsed (Pinheiro et al., 2015). Samuti on leitud, et kahe liigi mükoriisa kooslused erinevad sellisel määral, et hübriidid vähese tõenäosusega idanevad ja elavad kuni seemnete andmiseni (Esposito, Jacquemyn, Waud, & Tyteca, 2016).

Tulemustest selgus, et kummagi käokeele liigi puhul ei olnud taimede nähtavusel tolmeldajatele ehk siis kasvukoha kinnikasvamisel ja seeläbi ümbritseva taimestiku domineerimisel seemnete kvaliteedile olulist mõju. Võimalik, et piiratud nähtavusega populatsioonides (Ratla ja Peningi) on olukord siiski veel piisavalt soodus käokeelte tolmeldamiseks, et üksteisest piisavalt suure geneetilise erinevusega taimed saavad ristuda ja idanemisvõimelist seemet toota. Siiski ähvardab sellistes kinnikasvavates kooslustes käokeelte populatsioone taimede kadumine konkurentsi tõttu ja see tähendab väiksemat seemnekvaliteeti.

6. KOKKUVÕTE

Antud töö eesmärgiks seati erinevate käokeeelte segapopulatsioonide näitel selgitada, kas ja kuidas erineb seemnete kvaliteet liigisiselt ja hübriidviljadel. Tulenevalt töö eesmärgist seati kolm hüpoteesi, mille kontrollimiseks viidi 2015. ja 2016. aastal läbi välitööd ja laborikatsed. Analüüsiti looduslike, liigisisese ja liikide vahelise ristamisega saadud seemnete idanemisedukust, neid võrreldi omavahel ja lisaks vaadati, kuidas mõjutab taimede nähtavus tolmeldamise tulemusi, selleks oli valitud kaks metsakooslust ja kaks poollooduslikku kooslust, mõlema koosluse puhul oli üks hea, teine halva nähtavusega.

Esimene hüpotees, et *P. bifolia* ja *P. chlorantha* seemnete kvaliteet käsitolmeldamisega saadud viljadel on sarnane, looduslikel viljadel on erisusi, sai ümber lükatud, kuna looduslikel viljadel ei olnud olulisi erisusi ja käsitolmeldamisega saadud seemnetel kohati oli erisusi.

Teine hüpotees ei pidanud samuti paika, sest hübriidviljade seemnete kvaliteet ei olnud madalam vanemliikide omast, *P. bifolia* puhul olid näitajad hübriidseemne ja vanemliikide seemne puhul üsna sarnased, *P. chlorantha* puhul oli idanemisedukus looduslike seemnete puhul kohati isegi mõnevõrra madalam kui hübriidseemnel.

Ka kolmas hüpotees lükati ümber, sest hea nähtavusega kasvukohtades (taimed tolmeldajatele hästi näha) ei olnud seemnete kvaliteet kõrgem kui halva nähtavusega kasvukohtades (taimed konkureerivate taimede poolt varjatud). – Kuigi mõlema liigi puhul oli valitud nii poollooduslik kooslus ja metsakooslus, millest üks oli hea, teine halva nähtavusega, siis otseseid seoseid nähtavuse mõjust tulemustele tuua ei saa.

Töö tulemusel selgus, et käokeeelte puhul on hübriidseeme sama edukas vanem liikide seemnega. Sellest tulenevalt on vajalikud uuringud F1 hübriidide tasemel, see aitab mõista kahe liigi kahelehise ja roheka käokeelee reproduktiivse isolatsiooni kujunemist.

SUMMARY

The aim of this work was an example to explain the different *Platanthera* mixed population, and how different the quality of the seeds within species and hybrid fruit. The goal was a result of the three hypotheses, which was carried out in 2015 and 2016 field work and laboratory tests. Analyzed the natural, within species and between species resulting from the crossing of seeds germinate successful were compared with each other, and additionally reviewed the impact of the plant's visibility pollination results in order were chosen for two forest communities and two semi-natural association of both communities was one good, the other bad visibility.

The first hypothesis that *P. bifolia* and *P. chlorantha* by hand pollinations quality seeds obtained from the fruits is similar, the differences are natural fruit he refuted since there were no significant differences in natural fruits and seeds derived by hand pollinations sometimes had differences.

Another hypothesis did not also true because hybrid fruit seed quality was not lower than the parent species concerned, *P. bifolia* were indicators of hybrid seeds and the parent species of seed are quite similar, *P. chlorantha* was germinations successful wild seeds in some places even somewhat lower than hybrid seeds.

The third hypothesis was around for good visibility habitats (plants for pollinators clearly seen) was not higher than the quality of the seeds of growth in poor visibility locations (plants competing hidden by plants). - Although both species were selected as semi-natural habitats and forest communities, one of which was good, the other bad visibility, the visibility of the impact of the strong links between the results can't be identified.

The work showed that *Platanthera* is equally successful hybrid seed than the parent seed of the species. Consequently, studies are needed on the level of F1 hybrids, it helps to understand the evolution of the two *Platanthera* species of reproductive isolation.

KASUTATUD ALLIKAD

Arditti, J., & Abdul Karim, A. G. (2000). *Tansley review no. 110. numerical and physical properties of orchid seeds and their biological implications* Cambridge University Press.

Bateman, R. M., James, K. E., & Rudall, P. J. (2012). *Contrast in levels of morphological versus molecular divergence between closely related eurasian species of platanthera (orchidaceae) suggests recent evolution with a strong allometric component*. New Journal of Botany, 2(2), 110-145.

Bateman, R. M., & Sexton, R. (2014). *1 SPUR LENGTH IN PLATANTHERA watsonia 27: 1–21 (2008) is spur length of platanthera species in the british isles adaptively optimized or an evolutionary red herring?* United States, North America

Eesti Orhideekaitse klubi. (2017). WWW <http://www.orhidee.ee/>

Esposito, F., Jacquemyn, H., Waud, M., & Tyteca, D. (2016). *Mycorrhizal fungal diversity and community composition in two closely related platanthera (orchidaceae) species*. Plos One, 11(10), 1.

III kaitsekategooria liikide kaitse alla võtmine. (2017). WWW <https://www.riigiteataja.ee/akt/760308?leiaKehtiv>

Jersáková, J., Schödelbauerová, I., Castro, S., Sonk, N., Milchreit, K., Dötterl, S., & Tolasch, T. (2010). *Absence of pollinator-mediated premating barriers in mixed-ploidy populations of gymnadenia conopsea s.l. (orchidaceae)*. Evolutionary Ecology, 24(5), 1199-1218.

Krall, H., Kukk, T., Kull, T., Kuusk, V., Leht, M., Oja, T., . . . Tuulik, T. (2010). *Eesti taimede määraja*. Tartu: Eesti Loodusfoto.

Kukk, T. (2015). *Eesti taimede kukeaabits* (5th ed.). Tallinn: Varrak.

Kukk, T., & Kull, T. (2005). *Eesti taimede levikuatlas*. Tallinn: Eesti Maaülikool Põllumajandus - ja keskkonnainstituut.

Kull, T., & Tuulik, T. (2002). *Kodumaa käpalised*. Tallinn: Digimap OÜ.

Maa ameti geoportaal. (2017). WWW <http://geoportaal.maaamet.ee/est/Andmed-ja-kaardid/Haldus-ja-asustusjaotus-p119.html>

Mary, R. M., & Wilcock, C. C. (1998). *Fruit set, nectar reward, and rarity in the orchidaceae* American Botanical Society.

Mehrortra, V. S. (2005). *Mycorrhiza: Role and applications*. New Delhi: Allied Publishers.

Mullbirds. (2017). WWW <http://www.mullbirds.com/Orchid-Lesser%20Butterfly.html>

Nilsson, L. A. (1983). *Processes of isolation and introgressive interplay between *platanthera bifolia* (L.) rich and *platanthera chlorantha* (custer) reichb. (orchidaceae)*. Botanical Journal of the Linnean Society,

Nilsson, L. A. (1985). *Characteristics and distribution of intermediates between *platanthera bifolia* and *P. chlorantha* (orchidaceae) in the nordic countries*. Nordic Journal of Botany, 5(5), 407-419.

Pikner, T. (2013). *Eesti orhideed*. Tallinn: Varrak.

Pinheiro, F., Cardoso-Gustavson, P., Suzuki, R. M., Abrão, M.C.R., Guimarães, L.R.S.,

Draper, D., & Moraes, A. P. (2015). *Strong postzygotic isolation prevents introgression between two hybridizing neotropical orchids, *epidendrum denticulatum* and *E. fulgens**.

Evolutionary Ecology.

Roost, V. (2011). *Orhideed taimeriigi juveelid*. Tallinn: Maalehe Raamat.

Schmeidt, O. (1996). *Eestimaa orhideed*. Tallinn: Varrak.

Stpiczy ska, M.,Gorzata. (2003). *Floral longevity and nectar secretion of *platanthera chlorantha* (custer) rchb. (orchidaceae)*. United States, North America: Oxford University Press.

Sun, M., Schlüter, P. M., Gross, K., & Schiestl, F. P. (2015). *Floral isolation is the major reproductive barrier between a pair of rewarding orchid sister species*. Journal of Evolutionary Biology, 28(1), 117-129.

Vallius, E., Salonen, V., & Kull, T. (2008). *Pollen flow and post-pollination barriers in two varieties of *dactylorhiza incarnata* s.l. (orchidaceae)* Springer-Verlag.

Warton, D. I., & Hui, F. K. C. (2011). *The arcsine is asinine: The analysis of proportions in ecology* Ecological Society of America.

LISAD

Lisa 1. Liigisisesed ja liikidevahelised ristamised populatsioonide kaupa

1B – taime kood, B tähistab *P. bifolia* taime

1C – taime kood, C tähistab *P. chlorantha* taime

Populatsioon	Aasta	Ristamine		Viljumine	Märkused
		Emataim	Isataim		
Ratla	2015	1B	2B	Jah	
	2015	1B	2B	Jah	
	2015	1B	1C	Jah	
	2015	1B	1C	Jah	
	2015	2B	1B	Ei	Taim hävitatud
	2015	2B	1B	Ei	Taim hävitatud
	2015	2B	2C	Ei	Taim hävitatud
	2015	2B	2C	Ei	Taim hävitatud
	2015	3B	4B	Ei	
	2015	3B	4B	Jah	Väga väike vili
	2015	3B	3C	Ei	
	2015	3B	3C	Jah	Väga väike vili
	2015	3B	4C	Jah	Väga väike vili
	2015	3B	4C	Jah	Väga väike vili
	2016	5B	4B	Jah	
	2016	5B	4B	Ei	
	2016	5B	6C	Jah	
	2016	5B	6C	Jah	
	2016	6B	7B	Jah	
	2016	6B	7B	Jah	
	2016	6B	7C	Jah	
	2016	6B	7C	Jah	
	2015	1C	2C	Jah	
	2015	1C	2C	Jah	
	2015	1C	1B	Jah	
	2015	1C	1B	Jah	
	2015	2C	1C	Jah	Taimel 8 vilja lisaks (tolmeldajad)
	2015	2C	1C	Jah	Taimel 8 vilja lisaks (tolmeldajad)
	2015	2C	2B	Jah	Taimel 8 vilja lisaks (tolmeldajad)
	2015	2C	2B	Jah	Taimel 8 vilja lisaks (tolmeldajad)
	2015	3C	4C	Jah	
	2015	3C	4C	Jah	
	2015	3C	3B	Jah	
	2015	3C	3B	Jah	
	2015	4C	3C	Jah	

Populatsioon	Aasta	Ristamine		Viljumine	Märkused
		Emataim	Isataim		
Ratla	2015	4C	3C	Jah	
	2015	4C	3B	Jah	
	2015	4C	3B	Jah	
	2016	5C	6C	Jah	
	2016	5C	6C	Jah	
	2016	5C	4B	Jah	
	2016	5C	4B	Jah	
	2016	6C	5C	Jah	
	2016	6C	5C	Jah	
	2016	6C	5B	Jah	
	2016	6C	5B	Jah	
Pärsama	2015	1B	2B	Jah	
	2015	1B	2B	Jah	
	2015	1B	1C	Jah	
	2015	1B	1C	Jah	
	2015	2B	1B	Jah	
	2015	2B	1B	Jah	
	2015	2B	2C	Jah	
	2015	2B	2C	Jah	
	2015	3B	4B	Jah	
	2015	3B	4B	Jah	
	2015	3B	3C	Jah	
	2015	3B	3C	Jah	
	2015	4B	3B	Jah	
	2015	4B	3B	Jah	
	2015	4B	4C	Jah	
	2015	4B	4C	Jah	
	2015	5B	4B	Jah	
	2015	5B	4B	Jah	
	2015	5B	4C	Jah	
	2015	5B	4C	Jah	
	2016	6B	7B	Jah	
	2016	6B	7B	Ei	
	2016	6B	5C	Jah	
	2016	6B	5C	Jah	
	2016	7B	6B	Jah	
	2016	7B	6B	Jah	
	2016	7B	6C	Jah	
	2016	7B	6C	Jah	
	2016	8B	7B	Jah	
	2016	8B	7B	Jah	

Populatsioon	Aasta	Ristamine		Viljumine	Märkused
		Emataim	Isataim		
Pärsama	2016	8B	7C	Jah	
	2016	8B	7C	Ei	
	2016	9B	8B	Jah	
	2016	9B	8B	Jah	
	2016	9B	8C	Jah	
	2016	9B	8C	Jah	
	2016	10B	11B	Jah	
	2016	10B	11B	Jah	
	2016	10B	9C	Jah	
	2016	10B	9C	Ei	
	2015	1C	2C	Jah	
	2015	1C	2C	Jah	
	2015	1C	1B	Jah	
	2015	1C	1B	Jah	
	2015	2C	1C	Jah	
	2015	2C	1C	Jah	
	2015	2C	2B	Ei	
	2015	2C	2B	Jah	
	2015	3C	4C	Jah	
	2015	3C	4C	Jah	
	2015	3C	3B	Jah	
	2015	3C	3B	Jah	
	2015	4C	3C	Jah	Taimel 7 vilja lisaks (tolmeldajad)
	2015	4C	3C	Jah	Taimel 7 vilja lisaks (tolmeldajad)
	2015	4C	4B	Jah	Taimel 7 vilja lisaks (tolmeldajad)
	2015	4C	4B	Jah	Taimel 7 vilja lisaks (tolmeldajad)
	2015	4C	5B	Jah	Taimel 7 vilja lisaks (tolmeldajad)
	2015	4C	5B	Jah	Taimel 7 vilja lisaks (tolmeldajad)
	2016	5C	6C	Jah	
	2016	5C	6C	Jah	
	2016	5C	6B	Jah	
	2016	5C	6B	Jah	
	2016	6C	5C	Jah	
	2016	6C	5C	Jah	
	2016	6C	7B	Jah	
	2016	6C	7B	Jah	
	2016	7C	6C	Jah	
	2016	7C	6C	Jah	
	2016	7C	8B	Jah	
	2016	7C	8B	Jah	
	2016	8C	11C	Jah	
	2016	8C	11C	Ei	

Populatsioon	Aasta	Ristamine		Viljumine	Märkused
		Emataim	Isataim		
Pärsama	2016	8C	9B	Jah	
	2016	8C	9B	Ei	
	2016	9C	10C	Jah	
	2016	9C	10C	Jah	
	2016	9C	12B	Jah	
	2016	9C	12B	Jah	
	2016	10C	9C	Jah	
	2016	10C	9C	Jah	
	2016	10C	10B	Jah	
	2016	10C	10B	Jah	
Peningi	2015	1B	2B	Jah	
	2015	1B	2B	Jah	
	2015	1B	1C	Jah	
	2015	1B	1C	Ei	
	2015	1B	3C	Jah	
	2015	1B	3C	Jah	
	2015	2B	1B	Jah	
	2015	2B	1B	Jah	
	2015	2B	2C	Jah	
	2015	2B	2C	Jah	
	2015	2B	4C	Jah	
	2015	2B	4C	Jah	
	2016	3B	4B	Jah	
	2016	3B	4B	Jah	
	2016	3B	5C	Jah	
	2016	3B	5C	Ei	
	2016	4B	5B	Jah	
	2016	4B	5B	Jah	
	2016	4B	6C	Jah	
	2016	4B	6C	Ei	
	2016	5B	4B	Jah	
	2016	5B	4B	Ei	
	2016	5B	7C	Jah	
	2016	5B	7C	Jah	
	2015	1C	2C	Jah	
	2015	1C	2C	Jah	
	2015	1C	1B	Jah	
	2015	1C	1B	Jah	
	2015	2C	1C	Jah	
	2015	2C	1C	Jah	
	2015	2C	2B	Jah	
	2015	2C	2B	Jah	
	2015	3C	4C	Jah	
					Väga väike vili
					Väga väike vili
					Väga väike vili
					Väga väike vili

Populatsioon	Aasta	Ristamine		Viljumine	Märkused
		Emataim	Isataim		
Koguva	2015	3C	4C	Jah	Taim hävitatud! Taim hävitatud! Taim hävitatud! Taim hävitatud!
	2015	3C	1B	Jah	
	2015	3C	1B	Jah	
	2015	4C	3C	Ei	
	2015	4C	3C	Ei	
	2015	4C	2B	Ei	
	2015	4C	2B	Ei	
	2016	5C	6C	Jah	
	2016	5C	6C	Jah	
	2016	5C	3B	Jah	
	2016	5C	3B	Jah	
	2016	6C	5C	Jah	
	2016	6C	5C	Jah	
	2016	6C	4B	Jah	
	2016	6C	4B	Jah	
	2016	7C	6C	Jah	
	2016	7C	6C	Ei	
	2016	7C	5B	Jah	
	2016	7C	5B	Ei	
	2015	1C	2C	Jah	
	2015	1C	2C	Jah	
	2015	1C	1B	Jah	
	2015	1C	1B	Jah	
	2015	2C	1C	Jah	
	2015	2C	1C	Jah	
	2015	2C	2B	Jah	
	2015	2C	2B	Jah	
	2015	3C	4C	Jah	
	2015	3C	4C	Jah	
	2015	4C	3C	Jah	
	2015	4C	4B	Ei	
	2015	4C	4B	Jah	
	2015	5C	5B	Jah	
	2015	5C	5B	Jah	
	2016	6C	7C	Jah	
	2016	6C	7C	Jah	
	2016	6C	6B	Jah	
	2016	6C	6B	Jah	
	2016	7C	6C	Jah	
	2016	7C	6C	Jah	
	2016	7C	7B	Ei	
	2016	7C	7B	Ei	

Populatsioon	Aasta	Ristamine		Viljumine	Märkused
		Emataim	Isataim		
Koguva	2016	8C	9C	Jah	
	2016	8C	9C	Jah	
	2016	8C	8B	Jah	
	2016	8C	8B	Ei	
	2016	9C	8C	Jah	
	2016	9C	8C	Jah	
	2016	9C	9B	Jah	
	2016	9C	9B	Jah	
	2015	1B	2B	Jah	
	2015	1B	2B	Jah	
	2015	2B	1B	Jah	
	2015	2B	2C	Jah	
	2015	3B	4B	Ei	Taim hävitatud!
	2015	3B	4B	Ei	Taim hävitatud!
	2015	3B	3C	Ei	Taim hävitatud!
	2015	3B	3C	Ei	Taim hävitatud!
	2015	4B	3B	Jah	
	2015	4B	3B	Jah	
	2015	4B	4C	Jah	
	2015	4B	4C	Jah	
	2015	5B	4B	Ei	Taim hävitatud!
	2015	5B	4B	Ei	Taim hävitatud!
	2015	5B	5C	Ei	Taim hävitatud!
	2015	5B	5C	Ei	Taim hävitatud!